



P802583/W01

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 39 135 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
B 21 D 26/02

⑦① Aktenzeichen: 101 39 135.8
⑦② Anmeldetag: 9. 8. 2001
④③ Offenlegungstag: 20. 2. 2003

DE 101 39 135 A 1

⑦① Anmelder:
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,
DE

⑦② Erfinder:
Zander, Markus, Dr., 85551 Kirchheim, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 195 13 444 C2
DE 197 12 128 A1
DE 197 05 244 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Umformvorrichtung, insbesondere zur Innenhochdruckumformung

⑤⑦ Das Grundprinzip besteht darin, die von innen auf das Umformwerkzeug einwirkenden Druckkräfte, d. h. den "Umformdruck" zumindest teilweise durch einen "Gegen- bzw. Stabilisierungsdruck" zu kompensieren, der von außen auf das Werkzeug aufgebracht wird. Aufgrund der geringeren mechanischen Beanspruchung des Umformwerkzeuges kann es weniger massiv und somit kostengünstiger ausgelegt werden.

DE 101 39 135 A 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Umformvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Aus der DE 197 15 593 C2 ist eine Innenhochdruckumformvorrichtung zur Umformung hohler Werkstückrohlinge bekannt. Die Umformvorrichtung weist ein Matrizensystem auf, in das der umzuformende Werkstückrohling eingebracht wird. An das Matrizensystem ist eine Umformflüssigkeitsleitung angeschlossen, über die von innen Druck auf den Werkstückrohling aufgebracht werden kann, der vom Werkzeug, d. h. vom Matrizensystem aufgenommen werden muß. Durch den aufgetragenen Innendruck verformt sich der Werkstückrohling entsprechend der Innenkontur des Matrizensystems, wobei die zwischen dem Werkstückrohling und der Matrize eingeschlossene Luft über eine Entlüftungsbohrung aus dem Matrizensystem entweicht.

[0003] Eine konstruktiv ähnliche Vorrichtung zur Innenhochdruckverformung von hohlen Werkstückrohlingen ist aus der DE 196 20 484 A1 bekannt.

[0004] Bei Umformprozessen, wie z. B. Innenhochdruckumformung, Hydroforming, etc. werden Umformwerkzeuge eingesetzt, bei denen inkompressible Fluide bzw. Flüssigkeiten zur Umformung der Werkstückrohlinge verwendet werden. Derartige Umformvorrichtungen zeichnen sich dadurch aus, dass die zu erzeugende Werkstückgeometrie durch nur eine Positiv- oder Negativform vorgegeben wird. Je nach Komplexität des zu erzeugenden Werkstücks und in Abhängigkeit von dem Material des Werkstückrohlings muss über das "Wirkmedium" ein extrem hoher Druck aufgebracht werden. Nur durch sehr hohe Drücke kann eine vollständige Anlage des Werkstücks an die Werkzeuginnenkontur erreicht werden. Das Werkzeug muss diesen hohen Innendrücken standhalten, was eine sehr massive Gestaltung der Werkzeuge erfordert. Die damit verbundenen hohen Werkzeugkosten stellen vor allem bei kleinen Losgrößen ein Problem dar. Insbesondere in der Entwicklungsphase von Produkten müssen aber Prototypenteile in sehr kleinen Stückzahlen hergestellt werden. Bei Teilen, die durch Innenhochdruckumformung hergestellt werden, werden heutzutage für "Prototypenteile" Werkzeuge verwendet, die annähernd seriengleichen Werkzeugen entsprechen. Im Vergleich zur "Blechschalenbauweise" führt dies zu unverhältnismäßig hohen Kosten, was für Funktionsversuche aber unerlässlich ist.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Umformvorrichtung zu schaffen, mit der auch kleine Anzahlen von Werkstücken wirtschaftlich herstellbar sind.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0007] Das Grundprinzip der Erfindung besteht darin, die von innen auf das Umformwerkzeug einwirkenden Druckkräfte, d. h. den "Umformdruck" zumindest teilweise durch einen "Gegen- bzw. Stabilisierungsdruck" zu kompensieren, der von außen auf das Werkzeug wirkt.

[0008] Hierzu wird das Umformwerkzeug in einem "Druckraum" angeordnet. Das Umformwerkzeug bzw. ein "Hohlraum" des in das Umformwerkzeug eingebrachten Werkstückrohlings ist über eine Druckmittelleitung mit einem Druckmittelanschluss verbunden, über den der Umformdruck aufgebracht wird. Zum Aufbringen eines "Gegendrucks" von außen auf das Umformwerkzeug ist vorgesehen, dass der Druckraum einen "Druckeingang" aufweist, der ebenfalls über den Druckmittelanschluss des Umform-

werkzeuges beaufschlagbar ist.

[0009] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist der Druckmittelanschluss des Umformwerkzeugs über ein Regelventil mit dem Druckeingang des Druckraums verbunden. Das Regelventil ermöglicht eine genaue Regelung des von außen auf das Umformwerkzeug einwirkenden Gegen- bzw. "Kompensationsdrucks".

[0010] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist eine Entlüftungsleitung vorgesehen, die aus dem Umformwerkzeug herausgeführt ist und die eine Entlüftung der zwischen dem Werkzeugrohling und dem Umformwerkzeug eingeschlossenen Luft zur Atmosphäre hin ermöglicht. Vorzugsweise ist in der Entlüftungsleitung ein weiteres Regelventil vorgesehen, über das der zwischen dem Werkzeug und dem Werkstückrohling herrschende Druck einstellbar ist.

[0011] Zur Steuerung der Regelventile ist eine elektronische Regeleinrichtung vorgesehen, die den von innen auf den Werkstückrohling aufgetragenen Umformdruck, den zwischen dem Werkstückrohling und dem Umformwerkzeug herrschenden Druck sowie den im Druckraum herrschenden, von außen auf das Umformwerkzeug wirkenden Gegen- bzw. Kompensationsdruck regelt. Vorzugsweise steuert die Regeleinrichtung die Regelventile so an, dass die durch die oben genannten Drücke hervorgerufene mechanische Belastung des Umformwerkzeugs minimal ist.

[0012] Der Druckraum weist eine Öffnungs- bzw. Verschlussvorrichtung auf, z. B. einen Deckel, über den das Umformwerkzeug in den Druckraum eingebracht werden kann. Der Druckraum stellt somit eine "Grundmaschine" dar, die unabhängig von dem Umformwerkzeug ist. Das heißt, je nach Anwendung können unterschiedliche Umformwerkzeuge in den Druckraum gestellt werden.

[0013] Der durch einen Außenbehälter und einen "Dekkel" begrenzte Druckraum kann beispielsweise im Erdreich versenkt angeordnet sein. Dies hat den Vorteil, dass der Druckraum durch den Außendruck des Erdreichs stabilisiert wird. Alternativ dazu kann der Druckraum auch eine oberirdisch angeordnete Maschinenkomponente sein, die entsprechend massiv ausgelegt ist.

[0014] Zur besseren Druckaufnahme kann die Außengeometrie des Umformwerkzeugs auf die Werkstückgeometrie abgestimmt sein. So kann beispielsweise durch eine kugelförmige Außengeometrie eine deutlich bessere Druckeinleitung erreicht werden als durch einen quaderförmigen Werkzeuggeometrie.

[0015] Die oben genannten Druckniveaus können durch die Regelventile dem jeweiligen Prozess optimal angepasst werden. Die Druckniveaus bestimmen zum einen unmittelbar den Umformprozess, zum anderen kann durch eine gezielte Regelung der Druckniveaus die Belastung des Werkzeugs kontrolliert werden. Ein wesentlicher Vorteil ist, dass durch geeignete Regelung der Druckniveaus das Werkzeug schwächer ausgelegt werden kann. Beispielsweise kann zu Beginn des Umformvorganges ein geringer Gegen- bzw. Außendruck eingestellt werden, um die Belastung der "Außenschale" des Umformwerkzeugs zu minimieren.

[0016] Die Umformvorrichtung gemäß der Erfindung ist für verschiedene Werkstückmaterialien verwendbar, wie beispielsweise Stahl, Leichtmetall, Beton auf Kunststoffbasis etc.

[0017] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

[0018] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung; und

[0019] Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung.

[0020] Fig. 1 zeigt ein Umformwerkzeug 1, das in einem

Druckraum 2 aufgestellt ist, der durch Wände 3, einen Boden 4 und einen "Deckel 5" begrenzt ist. Das Umformwerkzeug 1 weist in seinem Inneren eine Ausnehmung 6 auf, deren Kontur der eines herzustellenden Werkstücks entspricht. Das Werkstück wird aus einem Werkstückrohling 7 hergestellt, der hier ein in die Ausnehmung 6 eingesetztes Rohr ist.

[0021] Das Umformwerkzeug 1 bzw. der Innenraum des Werkstückrohlings 7 stehen über eine Druckmittelleitung 8, die durch den Deckel 5 aus dem Druckraum 2 herausgeführt ist, mit einem Druckmittelanschluss 9 in Verbindung.

[0022] Von der Druckmittelleitung 8 zweigt eine Stichleitung 10 ab, in der ein erstes Druckregelventil 11 angeordnet ist. Über den Druckmittelanschluss 9 kann somit der Innenraum des Werkstückrohlings 7 mit Umformdruck p_i beaufschlagt werden. Durch Öffnen des Druckregelventils 11 kann Druckmittel vom Druckmittelanschluss 9 in den Druckraum 2 gelangen. Der im Druckraum 2 herrschende "Gegendruck" bzw. "Kompensationsdruck" p_a drückt von außen gegen das Umformwerkzeug 1, was durch Pfeile 12 dargestellt ist.

[0023] Von der Ausnehmung 6 des Werkzeugs 1 führt eine Stichleitung 13 nach unten zum Boden 4 des Druckraums 2. Dort ist eine hier nicht näher dargestellte "Leitungskuppelung" vorgesehen, über die die Stichleitung 13 des Umformwerkzeugs 1 mit einer Entlüftungsleitung 14 verbindbar ist. Die Entlüftungsleitung 14 steht über ein zweites Regelventil 15 mit Umgebungsdruck p_∞ in Verbindung.

[0024] Zum Verformen des Werkstückrohlings 7 wird über den Druckmittelanschluss 9 ein Umformdruck p_i auf die Werkstückinnenseite aufgebracht. Dadurch verformt sich der Werkstückrohling 7 allmählich entsprechend der Innenkontur der Ausnehmung 6. Die zwischen dem Werkstückrohling 7 und der Ausnehmung 6 eingeschlossene Luft kann dabei über die Entlüftungsleitung 14 entweichen, wenn das Regelventil 15 geöffnet ist. Durch das Regelventil 15 kann also der Druck p_0 in der Ausnehmung 6 geregelt werden.

[0025] Gleichzeitig mit der Beaufschlagung des Innenraums des Werkstückrohlings 7 kann über die Stichleitung 10 und das erste Regelventil 11 der Druckraum 2 mit Druck beaufschlagt werden. Der im Druckraum 2 herrschende Kompensationsdruck p_a drückt von außen gegen das Werkzeug, wodurch der im Werkzeug herrschende Innendruck zumindest teilweise kompensiert wird. Durch den Kompensationsdruck p_a wird also die durch den Umformdruck p_i erzeugte mechanische Belastung des Umformwerkzeugs 1 verringert.

[0026] Im Vergleich zu herkömmlichen Umformwerkzeugen, die nicht in einem Druckraum 2 betrieben werden, kann das Umformwerkzeug 1 hier weniger massiv und somit kostengünstiger ausgelegt werden. Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der Druckraum 2 werkzeugunabhängig ist. Das heißt, im Druckraum 1 können verschiedene Werkzeuge aufgestellt und an die Entlüftungsleitung 14 bzw. den Druckmittelanschluss 9 angeschlossen werden.

[0027] Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem im Unterschied zu Fig. 1 der Druckmittelanschluss 9 bzw. die Druckmittelleitung 8 zusätzlich über eine Verbindungsleitung 16 und ein Druckregelventil 17 mit der Entlüftungsleitung 14 verbunden ist. Damit kann das "System" auch zuerst mit konstantem Druck beaufschlagt werden und der Druck zur Umformung kann abgelassen werden. Hierdurch ergibt sich also eine zusätzliche Möglichkeit, das "System" zu regeln.

1. Umformvorrichtung mit einem Umformwerkzeug, in das ein zu verformendes Werkstück einbringbar ist, wobei das Umformwerkzeug einen Druckmittelanschluss zum Aufbringen eines Umformdrucks auf das Werkstück aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Umformwerkzeug (1) in einem Druckraum (2) angeordnet ist, und dass eine Einrichtung (9-11) zum Erzeugen eines in dem Druckraum (2) herrschenden, von außen auf das Umformwerkzeug (1) wirkenden Stabilisierungsdrucks (p_a) vorgesehen ist.
2. Umformvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckraum (2) einen Druckeingang (10) aufweist, welcher mit dem Druckmittelanschluss (9) des Umformwerkzeugs (1) in Druckverbindung bringbar ist, zum zumindest teilweisen kompensieren des auf das Umformwerkzeug (1) wirkenden Innendrucks.
3. Umformvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckeingang (10) mit dem Druckmittelanschluss (9) über eine erste Druckregleinrichtung (11) verbunden ist, zum Regeln des im Druckraum (2) herrschenden auf das Umformwerkzeug (1) wirkenden Stabilisierungsdrucks (p_a).
4. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Umformwerkzeug (1) eine Ausnehmung (6) aufweist, deren Form der herzustellenden Außenform des Werkstücks (7) entspricht und dass das Umformwerkzeug (1) einen Druckentlastungsanschluss (13) aufweist, über den Entlüftungsdruck (p_0) aus der Ausnehmung (6) abgelassen werden kann.
5. Umformvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckentlastungsanschluss (13) über eine Entlüftungsleitung (14) und einen zweiten Druckregler (15) zur Atmosphäre (p_∞) hin entlüftbar ist, wobei der zweite Druckregler (15) zur Regelung des während des Umformvorganges zwischen dem Werkstück (7) und dem Umformwerkzeug (1) herrschenden Drucks (p_0) vorgesehen ist.
6. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regeleinrichtung (11, 15) vorgesehen ist, zur Regelung des Umformdrucks (p_i), des Stabilisierungsdrucks (p_a) und des Entlüftungsdrucks (p_0), in Abhängigkeit vom Verformungszustand des Werkstücks (7).
7. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Stabilisierungsdruck (p_a) und der Entlüftungsdruck (p_0) so geregelt werden, dass die mechanische Belastung des Umformwerkzeugs (1) minimal ist.
8. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckmittelanschluss (9) außerhalb des Druckraums (2) angeordnet ist und über eine Druckmittelleitung (8) mit einem im zu verformenden Werkstück (7) vorgesehenen Hohlraum verbunden ist.
9. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckraum (2) eine Öffnungs-/Verschließeinrichtung (5) aufweist, zum Einbringen bzw. Herausnehmen des Umformwerkzeugs (1).
10. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckmittelleitung (8) durch die Öffnungs-/Verschließeinrichtung (5) aus dem Druckraum (2) herausgeführt ist.
11. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 1

bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckraum (2) im Erdreich versenkt ist.

12. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Umformwerkzeug (1) eine gerundete Außenform hat. 5

13. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Umformwerkzeug (1) eine kugelförmige Außengeometrie hat.

14. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckmittelanschluß (9) über eine Verbindungsleitung (16) und ein Druckregelventil (17) mit der Entlüftungsleitung (14) verbunden ist. 10

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

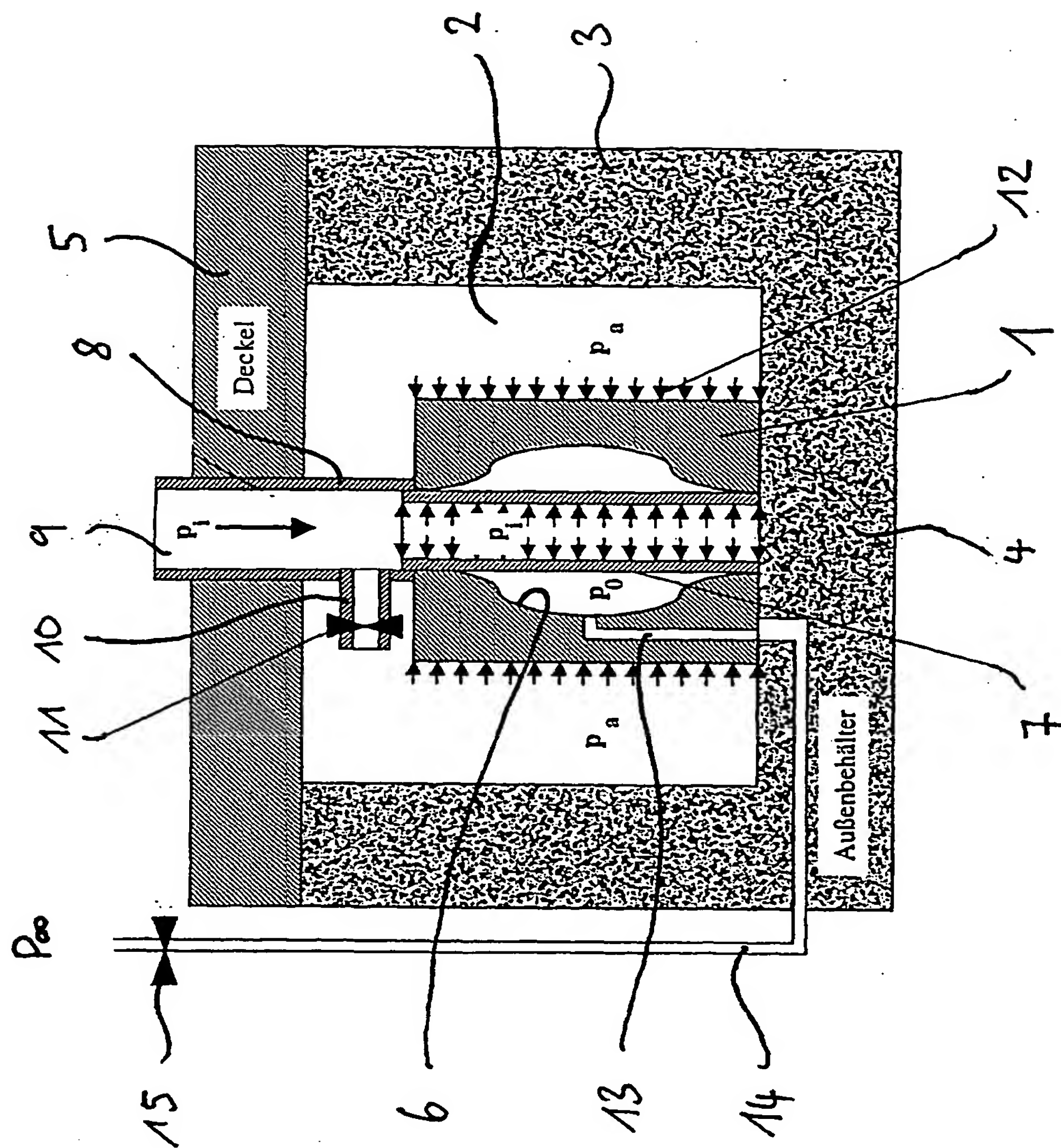


Fig. 1

